

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-239176

(43)Date of publication of application : 31.08.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04L 12/28

(21)Application number : 10-038667

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 20.02.1998

(72)Inventor : MIYAGI TOSHIFUMI
IIZUKA MASATAKA
TAKANASHI HITOSHI
MORIKURA MASAHIRO

(54) PACKET ROUTING METHOD IN AD HOC NETWORK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a packet routing method for an ad hoc network with which communication between a call originating terminal and a destination terminal is enabled even when many fixed repeater terminals do not exist between both terminals.

SOLUTION: When a repeater terminal detects that communication with an adjacent radio terminal deteriorates, the repeater terminal sends a first signal P1 to a destination terminal 100(J) and the terminal 100 (J) sends a second signal P2 to unspecified radio terminals upon detecting the first signal P1. When the repeater terminal detects the second signal P2, the terminal sends the signal P2 to unspecified radio terminals by adding repeater terminal identification information to the signal P2. When a call originating terminal 100 (A) detects the second signal P2, the terminal 100 (A) recognizes a communication route based on the repeating terminal identification information contained in the signal P2.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.01.2001

[Date of sending the examiner's decision 04.11.2003

of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] At least three wireless terminals with which each is equipped with all the functions of transmission of a data packet, reception, and junction are used. The wireless terminal which relays the wireless terminal which becomes the transmitting origin of a data packet, the wireless terminal used as the transmission place of a data packet, and a data packet is used as a master station, a destination terminal, and a junction terminal, respectively. When direct communication cannot be carried out between said master stations and destination terminals In the packet routing approach of an ad hoc network of pinpointing the communication link root using said one or more junction terminals, and transmitting a data packet using the pinpointed communication link root When aggravation of the communication link condition between the wireless terminals which adjoin on the communication link root where said junction terminal was specified is detected When delivery and said destination terminal detect said 1st signal, the 1st signal which shows communication blackout from this junction terminal to said destination terminal In order to update the communication link root to be used, when the wireless terminal which sent out the 2nd signal from said destination terminal to said unspecified wireless terminal, and detected said 2nd signal is not said master station The wireless terminal which detected said 2nd signal adds the junction terminal identification information that this wireless terminal is specified, and said 2nd signal is sent out to an unspecified wireless terminal. When the wireless terminal which detected said 2nd signal is said master station This master station recognizes the communication link root updated based on said junction terminal identification information included in the 2nd detected

signal. The packet routing approach of the ad hoc network characterized by continuing transmission of the data packet to a destination terminal through the junction terminal of the updated communication link root.

[Claim 2] In the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1, the wireless terminal which detected said destination terminal or said 2nd signal. The packet routing approach of the ad hoc network characterized by sending out said 2nd held signal when other wireless terminals which can communicate on condition that predetermined are undetectable, said 2nd signal is held and said other wireless terminals which can communicate on condition that predetermined are detected.

[Claim 3] In the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1. The wireless terminal which it gave the packet identifier according to individual to the 2nd signal whenever said destination terminal generated said 2nd signal, and detected said 2nd signal. Memorize said packet identifier given to the 2nd detected signal, and the 2nd signal detected when this wireless terminal was in agreement with the packet identifier. The packet identifier of the 2nd detected signal was remembered to be is canceled. The packet routing approach of the ad hoc network characterized by sending out the 2nd signal to other wireless terminals if not in agreement.

[Claim 4] In the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1, when said master station detects the 2nd signal from said destination terminal. Said master station updates said 2nd signal partially. The packet routing approach of the ad hoc network characterized by returning even said destination terminal through the specific wireless terminal corresponding to said junction terminal identification information included in the 2nd signal which had the 2nd updated signal detected.

[Claim 5] The packet routing approach of an ad hoc network that the transfer duration of said 2nd signal transmitted between said master stations and said destination terminals is characterized by using the shortest communication link root preferentially in the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the decision control of the communication link root in an environment with the movable junction terminal which relays between the master station which is especially the transmitting origin of a data packet, and the destination terminals which are transmission places about the packet routing approach of an ad hoc network that two or more wireless terminals

communicate mutually.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional technique of an ad hoc network in which two or more wireless terminals communicate mutually, "the wireless data correspondence procedure, the equipment, and the wireless data telecommunication system" of JP,8-97821,A are well-known, for example.

[0003] In this kind of ad hoc network, even if it is the case where the direct communication of the master station which is the transmitting origin of a data packet, and the destination terminal which is a transmission place cannot be carried out in relation, such as distance, when one or more wireless terminals which exist between a master station and a destination terminal can be used, data transfer from a master station to a destination terminal is performed by using those wireless terminals as a junction terminal which relays data.

[0004] To use a junction terminal, before starting transmission of a data packet, it is necessary to detect the available junction terminal between a master station and a destination terminal, and to search the communication link root which can be used. In JP,8-97821,A, the communication link root is searched as follows. That is, multiple address transmission (broadcasting) of the specific signal frame is carried out toward an unspecified wireless terminal from a master station. The wireless terminal of the arbitration which detected said signal frame sends out the detected signal frame toward an unspecified wireless terminal, if itself is not a destination terminal.

[0005] Therefore, since the multiple address transmission using a junction terminal is repeated continuously, the signal frame transmitted from the master station arrives even to a destination terminal. The one communication link root is determined so that the wireless terminal used for the junction of a signal frame at this time may be used as a junction terminal. However, since a communication link occurs continuously mutually among all the wireless terminals that can communicate in carrying out this kind of multiple address transmission, in each wireless terminal, communicative traffic increases sharply. Therefore, in order to reduce traffic, the multiple address transmission in each junction terminal is restricted only at once.

[0006] In order to communicate between the master station in which direct communication is impossible, and a destination terminal, it will be the requisite that the available communication link root actually exists. Therefore, the grasp of the wireless terminals which adjoin mutually overlaps mutually, moreover, it is not disrupted between a master station and a destination terminal, and the wireless terminal in which junction is possible needs to be arranged.

[0007] For example, when the 1st junction terminal and the 2nd junction terminal exist between a master station and a destination terminal The grasp of a master station and the 1st junction terminal laps, and the grasp of the 1st junction terminal and the 2nd junction terminal laps. When the grasp of the 2nd junction terminal and a destination terminal laps, even a destination terminal can transmit data by relaying the

data transmitted from the master station at the 1st junction terminal and the 2nd junction terminal.

[0008] Moreover, even if it is the case where the condition and failure which cannot communicate generate two or more communication link roots in some junction terminals when selectable, the communication link root is securable by using the alternate route which searched the communication link root again or was appointed beforehand. In the above equipments, the arithmetic unit which processes based on the memory which carries out the signal frame for root retrieval account 100 million, and the information described by the frame, the programmed logical element, or a program is established.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional technique, multiple address transmission of the signal frame carried out for communication link root reservation is restricted at once. Therefore, in order to relay certainly the signal frame which is not transmitted only once, many junction terminals must be placed in a fixed position so that grasp may lap mutually between a master station and a destination terminal.

[0010] If at least one junction terminal which relays between a master station and destination terminals by migration of a specific wireless terminal shifts from the predetermined range, a transfer of a data packet will become impossible between a master station and a destination terminal. Moreover, with the conventional technique, since control processing of the signal frame transmitted and received was carried out by a program, a programmed logical element of dedication, there was fault which needs to build the information processor and application of dedication and cannot use the existing radio communication equipment as it is.

[0011] In the packet routing approach of an ad hoc network, even if this invention is the case where many junction terminals fixed on parenchyma between the master station and the destination terminal do not exist, it sets it as the main purposes to make a communication link possible between the master stations and destination terminals which cannot carry out direct communication.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The packet routing approach of the ad hoc network of claim 1 At least three wireless terminals with which each is equipped with all the functions of transmission of a data packet, reception, and junction are used. The wireless terminal which relays the wireless terminal which becomes the transmitting origin of a data packet, the wireless terminal used as the transmission place of a data packet, and a data packet is used as a master station, a destination terminal, and a junction terminal, respectively. When direct communication cannot be carried out between said master stations and destination terminals In the packet routing approach of an ad hoc network of pinpointing the communication link root using said one or more junction terminals, and transmitting a data packet using the pinpointed

communication link root When aggravation of the communication link condition between the wireless terminals which adjoin on the communication link root where said junction terminal was specified is detected When delivery and said destination terminal detect said 1st signal, the 1st signal which shows communication blackout from this junction terminal to said destination terminal In order to update the communication link root to be used, when the wireless terminal which sent out the 2nd signal from said destination terminal to said unspecified wireless terminal, and detected said 2nd signal is not said master station The wireless terminal which detected said 2nd signal adds the junction terminal identification information that this wireless terminal is specified, and said 2nd signal is sent out to an unspecified wireless terminal. When the wireless terminal which detected said 2nd signal is said master station This master station is characterized by recognizing the communication link root updated based on said junction terminal identification information included in the 2nd detected signal, and continuing transmission of the data packet to a destination terminal through the junction terminal of the updated communication link root.

[0013] If the communication link root between a master station and a destination terminal stops by migration of a junction terminal etc., the junction terminal which detected it sends out the 1st signal as for example, a notice packet to a destination terminal. This 1st signal is answered and the 2nd signal is sent out from a destination terminal. That is, retrieval of the communication link root is started toward a master station from a destination terminal.

[0014] Since the 2nd signal is sent out by the multiple address as opposed to an unspecified wireless terminal from a destination terminal, when two or more wireless terminals exist within limits which can communicate, the 2nd signal reaches two or more wireless terminals. Since the wireless terminal which detected the 2nd signal adds to the 2nd signal which sends out the junction terminal identification information that this wireless terminal is specified, the information on the junction terminal group which can pinpoint the transfer root of that is included in the 2nd signal which reaches a master station. Therefore, the information on the communication link root which can be used is secured.

[0015] By starting retrieval of the communication link root from a destination terminal, the junction root where a packet reaches a destination terminal certainly is securable. Moreover, the load of the processing in a master station is reduced. A junction terminal can detect aggravation of a communication link condition by supervising periodically the receiving level of the characteristic electric wave from other adjoining junction terminals etc. The wireless terminal for a monitor is a junction terminal with which it adjoins in front of on the communication link root from a master station to a destination terminal.

[0016] When receiving level is less than predetermined level, it can be judged that it does not exist within limits which can be radiocommunicated. Change of a

communication link condition is discriminable by recording the situation of the wireless terminal for a monitor on the junction terminal, and comparing the newest receive state with record. In the conventional technique, although it is the requisite that the terminal relayed to the range which can be radiocommunicated is arranged, it is premised on a junction terminal moving about freely by this invention. That is, even if the junction terminal does not always exist in grasp, it can communicate in this invention.

[0017] The various above-mentioned control is realizable by carrying in each wireless terminal as middleware. As for this invention, realizing as middleware is desirable. Middleware is located in the high order of a data link layer in the OSI reference model which is the software located in the middle of hardware and application software, and is a hierarchical model of the communications protocol defined by ISO (International Organization for Standardization). Service is made realizable, without adding a required function according to the service offered in a lower layer. Moreover, it can realize also in the application of a high order, without making modification and the correction according to the service to offer.

[0018] By realizing this invention as middleware, the wireless packet communication corresponding to dynamic topology becomes possible using the existing wireless terminal. By introducing middleware into each wireless terminal for control of this invention, or maintenance of required information, not only specific application and a specific radio communication equipment but invention can be carried out. Moreover, the communication link which mitigated more the burden to the whole network, such as a MAC layer and a physical layer, by controlling reservation of the root etc. by the middleware of a destination terminal is attained.

[0019] Claim 2 the wireless terminal which detected said destination terminal or said 2nd signal in the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1 When other wireless terminals which can communicate on condition that predetermined are undetectable, said 2nd signal is held and said other wireless terminals which can communicate on condition that predetermined are detected, it is characterized by sending out said 2nd held signal.

[0020] Therefore, when the available communication link root does not exist between a master station and a destination terminal, the 2nd signal is held at which junction terminal or destination terminal and the available communication link root appears by migration of a wireless terminal etc., the 2nd signal is transmitted to the junction terminal which newly appeared on the communication link root, and retrieval of the communication link root is continued. For this reason, even if it is the wireless terminal which moves frequently, it can be used as a junction terminal. This control is also realizable for each wireless terminal by the middleware of the ***** above-mentioned.

[0021] Claim 3 is set to the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1. The wireless terminal which it gave the packet identifier according to

individual to the 2nd signal whenever said destination terminal generated said 2nd signal, and detected said 2nd signal Memorize said packet identifier given to the 2nd detected signal, and the 2nd signal detected when this wireless terminal was in agreement with the packet identifier the packet identifier of the 2nd detected signal was remembered to be is canceled. If not in agreement, it is characterized by sending out the 2nd signal to other wireless terminals.

[0022] When repeating multiple address transmission of the 2nd signal continuously, in a junction terminal and a master station, the 2nd same signal may be detected repeatedly. When two or more communication link roots exist, the transfer durations in each communication link root differ mutually. Generally, by the communication link root where a transfer duration is short, there is few junction, or junction distance is short or the quality of a communication line is good. Therefore, when the 2nd same signal which went via a different path is detected repeatedly, it is thought desirable to choose the root via which the 2nd signal detected first went.

[0023] Increase of communication link traffic can be controlled by canceling the 2nd already detected signal. In the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1, when said master station detects the 2nd signal from said destination terminal, claim 4 Said master station is characterized by updating said 2nd signal partially and even said destination terminal returning the 2nd updated signal through the specific wireless terminal corresponding to said junction terminal identification information included in the 2nd detected signal.

[0024] When the wireless terminal used for the junction of the 2nd signal sent to the master station from the destination terminal is moving, it may become impossible for example, for the communication link root to which the 2nd signal was transmitted to use by the passage of time. By returning the 2nd signal transmitted to the master station to a destination terminal, the detected communication link root can identify whether it can use continuously twice [at least]. Since a master station updates the 2nd signal, a destination terminal can check that the 2nd signal has reached the master station.

[0025] Since it transmits at the specific wireless terminal corresponding to the junction terminal identification information included in the 2nd signal, i.e., a unicast, when a master station returns the 2nd signal to a destination terminal, the traffic generated by it is the minimum. Claim 5 is characterized by using preferentially the communication link root where the transfer duration of said 2nd signal transmitted between said master stations and said destination terminals is the shortest in the packet routing approach of an ad hoc network according to claim 1.

[0026] Generally, by the communication link root where a transfer duration is short, there is few junction, or junction distance is short or the quality of a communication line is good. Therefore, when the 2nd same signal which went via a different path is detected repeatedly, it is thought desirable to choose the root via which the 2nd signal detected first went. By realizing this invention by middleware, existing

equipment and application can be used as it is. Furthermore, the load of control of the whole network or management of routing is mitigated by lessening processing by the MAC layer or the physical layer.

[0027] By this invention, even if it is the case where the available communication link root does not exist at all, a communication link becomes possible by waiting to go into the range in which a junction terminal can radiocommunicate. Therefore, this invention can realize the communication link corresponding to the dynamic topology about which the junction terminal between the terminals which cannot carry out direct communication moves freely. By using middleware, this invention can be used with the existing radio communications system, without changing application, a setup, etc., and since middleware equipped with the routing function can be introduced and the burden of the MAC layer and physical layer which are a low-ranking layer can be mitigated, the effectiveness of mitigation of the burden of the whole wireless network environment is acquired.

[0028] Moreover, even if the terminal is moving about freely in this invention, positive data transmission is possible. Furthermore, the effectiveness of derating of a master station is acquired because the middleware of the destination terminal instead of a master station performs routing control.

[0029]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of one operation of this invention is shown in drawing 1 – drawing 10. This gestalt corresponds to all claims.

[0030] Drawing 1 is a flow chart which shows the contents of control of the master station performed on each wireless terminal which carries out this invention. Drawing 2 is a flow chart which shows the contents of control of the junction terminal performed on each wireless terminal which carries out this invention, and a destination terminal. Drawing 3 is a flow chart which shows the contents of control of the destination terminal performed on each wireless terminal which carries out this invention.

[0031] Drawing 4 is the mimetic diagram showing the layout of each wireless terminal in the case of performing retrieval of the communication link root toward a destination terminal from a master station, and the example of the transfer path of a packet. Drawing 5 and drawing 6 are the mimetic diagrams showing the layout of each wireless terminal in the case of performing retrieval of the communication link root toward a master station from a destination terminal, and the example of the transfer path of a packet. Drawing 7 is a map in which the configuration of the control packets P0, P2, and P3 is shown. Drawing 8 is a map in which the example of the control packet P0 is shown. Drawing 9 is a map in which the example of the control packets P2 and P3 is shown. Drawing 10 is a flow chart which shows the outline of actuation of each wireless terminal of carrying out this invention.

[0032] In this gestalt, the wireless terminal, the 1st signal, the 2nd signal, and junction terminal identification information on claim 1 are materialized as the wireless terminal

100, the notice packet P1, the control packet P2, and a junction terminal identifier group IDR, respectively. In this example, since the wireless terminal 100 existing [two or more] is used, when these need to be distinguished, each delimiter is added and described with a parenthesis to the sign of each wireless terminal 100. When similarly the wireless packet sent from each wireless terminal 100 needs to be distinguished, the identification code of the wireless terminal 100 which sent it to the sign of a wireless packet is added and described with a parenthesis.

[0033] With this gestalt, the wireless terminal 100 (A) and 100 (J) are assigned as the master station and destination terminal of claim 1, respectively. The junction terminal of claim 1 is changed according to a situation. two or more wireless terminal 100 (A) – used with this gestalt -- 100 (J) is equipped with all the functions as a junction terminal to relay the master station with which each sends data, the destination terminal which receives data, and data.

[0034] About the hardware configuration of the wireless terminal 100, it is fundamentally [as a common wireless packet terminal unit] the same. That is, an antenna, a transmitter, a receiver, a data-processing circuit, the indicator, the input device, the store, the digital control unit, etc. are built in the wireless terminal 100. Each wireless terminal 100 performs in juxtaposition all the processings shown in the processing shown in drawing 1 , the processing shown in drawing 2 , and drawing 3 , in order to realize all the functions of a master station, a destination terminal, and a junction terminal.

[0035] In this gestalt, all processings shown in drawing 1 , drawing 2 , and drawing 3 are realized as the above-mentioned middleware. When the grasp of each wireless terminal 100 is not not much wide, it is assumed that data cannot be directly transmitted to the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal in drawing 4 from the wireless terminal 100 (A) which is a master station.

[0036] However, the transfer of data of the wireless terminal 100 (A) to the wireless terminal 100 (J) is attained by using other wireless terminals 100 (B) which exist between the wireless terminal 100 (A) and 100 (J), 100 (D), and 100 (G) as a junction terminal. To perform data communication using a junction terminal, it is necessary to search the communication link root from a master station to a destination terminal beforehand, and to secure the root so that the junction terminal and junction sequence to be used can be specified.

[0037] Each wireless terminal 100 identifies whether the wireless terminal 100 for a monitor exists in grasp by supervising the electric wave from other wireless terminals 100 which exist in the perimeter, and comparing with the threshold which defined the receiving level of an electric wave beforehand. If it recognizes that direct communication cannot be carried out with the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal, since the wireless terminal 100 (A) which is a master station will progress to steps 12-14 of drawing 1 , it carries out multiple address transmission (broadcasting) of the control packet P0 created at step 11 to the unspecified wireless

terminal 100.

[0038] In the example of drawing 4 , the control packet P0 (A) sent from the wireless terminal 100 (A) reaches the wireless terminal 100 (B) and 100 (C). The control packet P0 consists of the control packet identifier IDP, the creation terminal flag F01, the master station identifier IDS, a destination terminal identification child IDD, a junction terminal identifier group IDR, and a data length LDP, as shown in drawing 7 .

[0039] The control packet identifier IDP is the information for distinguishing each control packets P0, P2, and P3. The creation terminal flag F01 is binary information the wireless terminal 100 which created each control packets P0, P2, and P3 indicates it to be any of a master station and a destination terminal they are. The master station identifier IDS is the information for specifying a master station. The destination terminal identification child IDD is the information for specifying a destination terminal. The junction terminal identifier group IDR is the information for specifying one or more wireless terminals 100 used for junction. A data length LDP is information which shows the data length of transmit data.

[0040] About the control packet P0 (A) sent from the wireless terminal 100 (A), since the information on a junction terminal is not included in the junction terminal identifier group IDR at all as shown in drawing 8 , it turns out that a junction terminal has not been specified. Therefore, the wireless terminal 100 (B) which received the control packet P0 (A) progresses to steps 36–38 shown in drawing 2 , and transmits the control packet P0 (B) to the unspecified wireless terminal 100.

[0041] As shown in drawing 8 , the identification code “B” of the wireless terminal 100 (B) is added to the junction terminal identifier group IDR of the control packet P0 (B) which the wireless terminal 100 (B) transmits. This processing is carried out at step 31 of drawing 2 . The control packet P0 (B) which the wireless terminal 100 (B) transmits is received by the wireless terminal 100 (D) in the example of drawing 4 . Since the following junction terminal is not shown in the junction terminal identifier group IDR of the control packet P0 (B), the wireless terminal 100 (D) which received the control packet P0 (B) progresses to steps 36–38 shown in drawing 2 , and transmits the control packet P0 (D) to the unspecified wireless terminal 100.

[0042] As shown in drawing 8 , the identification code “D” of the wireless terminal 100 (D) is added to the junction terminal identifier group IDR of the control packet P0 (D) which the wireless terminal 100 (D) transmits. This processing is carried out at step 31 of drawing 2 . Since the above processings are repeated continuously, as shown in drawing 4 , the control packet P0 (G) reaches the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal. The identification code “B, D, G” of the wireless terminal 100 which acted as intermediary by then as shown in drawing 8 is contained in the junction terminal identifier group IDR of this control packet P0 (G).

[0043] Therefore, the available communication link root can be pinpointed from the contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P0 (G). The control packet P0 containing this junction terminal identifier group IDR is

returned to the wireless terminal 100 (A) which is a master station from the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal. Return of the control packet P0 from a destination terminal to a master station is carried out at step 55 of drawing 3 . In this case, since the junction terminal which can be used for the communication link of return by the junction terminal identifier group IDR can be known, a destination terminal transmits the control packet P0 only to the specific wireless terminal 100. That is, return is performed by unicast communication link.

[0044] If the control packet P0 to which the wireless terminal 100 (A) which is a master station was returned is received, the wireless terminal 100 (A) will start transmission of a data packet using the communication link root shown in the junction terminal identifier group IDR, as shown in drawing 5 . On the other hand, in step 32 shown in drawing 2 , from the contents of the junction terminal identifier group IDR, the wireless terminal 100 (B) which is a junction terminal, 100 (D), and 100 (G) specify the junction terminal which adjoins a local station, and memorize it.

[0045] Moreover, each wireless terminal 100 which is a junction terminal supervises the electric wave from the junction terminal which adjoins at step 39. And if the receiving level of an electric wave is less than the level defined beforehand, for example, it will detect as a communication link being impossible. In drawing 5 , by migration of the wireless terminal 100 (G) which is a junction terminal, the distance of the wireless terminal 100 (D) and the wireless terminal 100 (G) becomes long, and the condition that both grasp stopped lapping is assumed.

[0046] In the condition which shows in drawing 5 , the wireless terminal 100 (G) which is a junction terminal detects that the communication link with the wireless terminal 100 (D) which is an adjoining junction terminal became impossible. For this reason, the wireless terminal 100 (G) progresses to steps 40-41 of drawing 2 . Therefore, the notice packet P1 is transmitted toward the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal from the wireless terminal 100 (G).

[0047] In addition, although the notice packet P1 is directly transmitted to the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal from the wireless terminal 100 (G) in the example of drawing 5 For example, if a communication link is stopped between the wireless terminal 100 (B) and the wireless terminal 100 (D), the notice packet P1 will be transmitted to the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal through the wireless terminal 100 (G) from the wireless terminal 100 (D). The wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal will recognize that the communication link was stopped in the communication link root which was being used till then, if the notice packet P1 is received. And it progresses to steps 56-57 of drawing 3 .

[0048] In this case, since it is necessary to secure the communication link root other than the communication link root till then, the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal carries out multiple address transmission of the control packet P2 which itself created to the unspecified wireless terminal 100. In the example of

drawing 5 , the control packet P2 (J) is transmitted to the wireless terminal 100 (G) and the wireless terminal 100 (I). Since the control packet P2 (J) was created with the destination terminal, as shown in drawing 9 , the creation terminal flag F01 is set to "1." Since the communication link root is undecided, the contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P2 (J) are cleared. The received-data length (this example "550") which reached the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal till then is set to a data length LDP.

[0049] The wireless terminal 100 (I) which received the control packet P2 (J) recognizes that the communication link root is undecided from the contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P2 (J). Therefore, it progresses to steps 36-38 of drawing 2 . Multiple address transmission of the control packet P2 (I) is carried out toward the unspecified wireless terminal 100 by activation of step 38 from the wireless terminal 100 (I).

[0050] The information "1" which specifies the wireless terminal 100 (I) as shown in drawing 9 is added to the junction terminal identifier group IDR of the control packet P2 (I). This addition is performed at step 31 of drawing 2 which the wireless terminal 100 (I) performs. Multiple address transmission of the above-mentioned control packet P2 is repeated continuously. In the example shown in drawing 5 , since the control packet P2 is relayed in order of the wireless terminal 100 (I), the wireless terminal 100 (H), the wireless terminal 100 (E), and the wireless terminal 100 (C), even the wireless terminal 100 (A) which is a master station arrives.

[0051] The information which specifies the wireless terminal 100 relayed whenever it was relayed is added to the junction terminal identifier group IDR of the control packet P2. Therefore, "C, E, H, I" which show all the wireless terminals 100 relayed as shown in drawing 8 are contained in the control packet P2 (C) which the wireless terminal 100 (A) which is a master station receives. Therefore, the wireless terminal 100 (A) which is a master station can recognize the new communication link root from the contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P2 (C). The wireless terminal 100 (A) which is a master station transmits the control packet P3, in order to decide the communication link root, after receiving the control packet P2 (C).

[0052] That is, since the creation terminal flag F01 of the control packet P2 (C) is "1", the wireless terminal 100 (A) which is a master station recognizes searching the communication link root where a destination terminal is new, and it progresses to steps 17-19 of drawing 1 . The control packet P3 (A) is created at step 19. Since the control packet P3 (A) is created with the wireless terminal 100 (A) which is a master station, the creation terminal flag F01 is cleared by "0." The contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P3 (A) are the same as that of the control packet P2 (C).

[0053] moreover, since it was alike to the destination terminal and the data transfer of the die length of "550" is completed with the data length LDP of the control

packet P2 (C), the remaining die length "450" of the data of the die length of "1000" which should be transmitted is set to the data length LDP of the control packet P3 (A). Transmission of the control packet P3 is carried out by the unicast. That is, since the junction terminal in which the partner who should transmit is shown is specified by the junction terminal identifier group IDR of the control packet P3, the junction terminal which received the master station and the control packet P3 transmits the control packet P3 only to the specific wireless terminal 100 shown in the junction terminal identifier group IDR.

[0054] In the example shown in drawing 6, the control packet P3 is relayed in order of the wireless terminal 100 (C), the wireless terminal 100 (E), the wireless terminal 100 (H), the wireless terminal 100 (I), and the wireless terminal 100 (J), and the control packet P3 arrives even to the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal. If the communication link root is decided, the wireless terminal 100 (A) which is a master station will transmit a data packet to the following wireless terminal 100 which becomes settled from the contents of the junction terminal identifier group IDR of the control packet P3. This data packet arrives even to the wireless terminal 100 (J) which is a destination terminal through the junction terminal group shown in the contents of the junction terminal identifier group IDR.

[0055] If it moves to the location where the wireless terminal 100 (H) separated from the grasp of the wireless terminal 100 (I) in the place in the condition which shows in drawing 5, since the previous communication link root will stop from the wireless terminal 100 (I), the new communication link root is not securable. Since the wireless terminal 100 (I) recognizes it as the communication link with other wireless terminals 100 being impossible at step 33 of drawing 2 in the above-mentioned case, it progresses to step 34 through step 35. The wireless terminal 100 (I) holds the control packet P2 which should transmit at step 34, and stands by.

[0056] If other wireless terminals 100 appear in the grasp of the wireless terminal 100 (I) in connection with the passage of time, since it will progress to step 38 through steps 35-36, the control packet P2 is transmitted from the wireless terminal 100 (I) to the wireless terminal 100 which appeared. Therefore, since the wireless terminal 100 which can be used will be chosen as a junction terminal if the physical relationship of two or more wireless terminals 100 changes in connection with the passage of time even if it is the environment where the communication link root is not temporarily securable, the communication link root is secured.

[0057] Moreover, when two or more available communication link roots exist, the short communication link root of the transfer duration of the control packet P2 is chosen preferentially, and is used. Each wireless terminal 100 will memorize the control packet identifier IDP of that, if the control packet P2 is received. At step 42 of drawing 2, each wireless terminal 100 compares the memorized control (it received before) packet identifier IDP with the control packet identifier IDP of the control packet which received.

[0058] When a comparison result is in agreement, it progresses to steps 42-43. The control packet which received is canceled at step 43. That is, when the control packet identifier IDP overlapped and receives the same control packet, reception and the control packet which received later consider that only the control packet P2 which received previously is unnecessary, and cancels it. Below is supplemented with explanation about the actuation in the case of carrying out this invention. The outline of operation is shown in drawing 10 .

[0059] In the above-mentioned root secured processing, a master station is told that the control packet P2 reached the destination terminal, and the root was secured. Since it is transmitted that the root was secured to the middleware of the junction terminal on the secured root with this gestalt, it is possible to recognize from which junction terminal data are transmitted to the terminal of confidence. All wireless terminals are able to move about freely, and it is not necessary to fix within limits [specification] which can be radiocommunicated with this gestalt. Therefore, at the time of transmission of a data packet, a junction terminal may stop existing within limits which can be radiocommunicated, and transmission of a data packet may become impossible.

[0060] When transmitting a data packet, a unicast communication link is carried out by one to one between a transmit terminal and an accepting station. The middleware of each wireless terminal 100 which exists on the communication link root recognizes the junction terminal in front of on the root. It can recognize whether the junction terminal exists within limits which can be radiocommunicated. In the case of recognition, it judges whether a junction terminal exists within limits which can be radiocommunicated by comparing the receiving level of an electric wave with a predetermined threshold.

[0061] Unless the junction terminal in front of on the root exists within limits which can be radiocommunicated, it cannot communicate on radio. That is, it can be judged that a data packet cannot be transmitted. The middleware which has recognized this tells that a data packet cannot transmit to a destination terminal by the notice packet P1. Of course, the root secured beforehand will be transmitted to this information by the unicast, and it will reach a destination terminal. At a destination terminal, recognition it cannot communicate between junction terminals transmits the control packet P2 towards a master station again for reservation of the next root.

[0062] About the control bucket P2 transmitted to a master station, it is set so that a flag F01 may understand that it is the control packet which the destination terminal generated, and a data length LDP is updated by the already transmitted data length. By this control packet, a master station becomes possible [getting to know the data length which reached the destination terminal] .

[0063] Also when transmitting the control packet P2, and a junction terminal does not exist in the range which can be radiocommunicated, it thinks [in order to secure the new communication link root,]. The control bucket P2 transmitted from the

destination terminal is held by middleware. Therefore, it becomes possible to secure the root again by transmitting the control packet P2 which held that a junction terminal appeared when it appeared, waiting and within limits which can be radiocommunicated. Moreover, the same approach can be used also at the time of transmission of the control packet P0 in the case of the root reservation before the data transmission by the master station. Therefore, it is possible to secure the root, even if the junction terminal is moving about freely before data transmission.

[0064] If the control packet P2 is safely transmitted to a master station by maintenance of the control packet P2 etc., the middleware of a master station will see a flag F01, and if it recognizes that it is the control packet which the destination terminal generated, the control packet P3 will be again transmitted to a destination terminal. Although the contents of the control packet P3 in this case are the same as that of the control packet P2, since the control packet P2 to which the data length which already reached the destination terminal has been transmitted shows them, they update the part which describes a data length LDP to the remaining data lengths, and make it the value "1" which shows that it is the control packet P3 to which the master station generated the flag F01.

[0065] Since this flag F01 shows that the communication link became impossible between junction terminals at the time of data transmission, it turns out again that a master station needs to transmit the control packet P3, and it is necessary to secure the root. If the control packet P3 transmitted from the master station is again transmitted even to a destination terminal, a destination terminal will tell that transmitted the control packet towards the master station again by the unicast, and the root was secured. Since it turns out that it is the control packet which the master station generated with the flag F01, transmission of the remaining data is begun.

[0066] When a control packet is transmitted to a master station, the root is not secured, but while waiting for a junction terminal to appear if a junction terminal does not exist within limits which can be radiocommunicated when transmitting the control packet P2 from a destination terminal, because the junction terminal which has transmitted the control packet to the master station may move and it may stop existing in within the limits, it transmits to a destination terminal again.

[0067] If the control packet P3 is again transmitted from a master station, it can recognize that the root is not secured completely. The communication link root from which the control bucket which arrived early most from the master station in the destination terminal has been relayed is little communication link root of transfer delay most, and a transfer of a data packet is attained in the state of an always good communication link by choosing this communication link root.

[0068] While carrying out again the control packet P3 transmitted from the destination terminal during transmission by the unicast from the master station, even if junction becomes impossible by migration of a junction terminal, it is possible to cope with it by transmitting the control packet for securing the root from a

destination terminal by the control approach of the above-mentioned root reservation. In transmission (step 124 of [drawing 10](#)) of the control packet to the junction terminal within the limits for new root reservation which can be radiocommunicated, and transmission (step 125 of [drawing 10](#)) of the control packet to the junction terminal which appeared within limits which can be radiocommunicated, whenever a junction terminal appears within limits which can be radiocommunicated, a control packet is transmitted. The junction terminal which has received the control packet before has held the identifier of a control packet by middleware beforehand. And if it is recognized as the identifier currently held being the same as the identifier of the transmitted control packet, the control packet which received will be canceled (step 128). This becomes possible to prevent the futility and the loop formation in a network.

[0069] A destination terminal and each middleware are realized by always repeating the above-mentioned processing and performing it. The processing which each middleware performs to below is mentioned. In a master station, if the demand of transmission of data is received, middleware will be required of a low-ranking layer so that the identifier of a data length, and a master station and a destination terminal may be added and it may transmit.

[0070] Middleware requires that it will transmit data by the unicast based on the contents of the junction terminal identifier group IDR if the control packet transmitted from the destination terminal turns out that the master station generated with a flag F01. If middleware recognizes it as it being the control packet which the destination terminal generated with the flag F01, it will change to the value to which the master station generated the flag F01, and a control packet will be again transmitted to a destination terminal.

[0071] In a junction terminal, if a control packet is transmitted, the identifier of an own junction terminal will be added to a control packet, and it will transmit to it. In this case, middleware holds the junction terminal identification child in front of on the root. Each junction terminal supervises whether the junction terminal in front of on the root corresponding to this information exists in the range which can be radiocommunicated. If it turns out that a junction terminal does not exist in within the limits, the notice packet P1 which shows that the communication link became impossible will be told to a destination terminal by the root according to the contents of the junction terminal identifier group IDR.

[0072] At a destination terminal, middleware describes the data length LDP already transmitted to the contents of the control packet P0 transmitted from the master station, and transmits to a master station (the value of LDP before data transmitting initiation is 0). If it is told by the notice packet P1 that a terminal did not exist within limits which can be radiocommunicated from a junction terminal, but the communication link became impossible, as for a destination terminal, the control packet P2 will be transmitted by broadcasting. The already received data length is set

to the data length LDP of this control packet P2, and the value "1" set in which it is shown that the destination terminal created the packet to the flag F01 is carried out. [0073] When a flag F01 is the value "0" which the master station created, according to the contents of the junction terminal identifier group IDR of a control bucket, a data packet is transmitted by the unicast. It can be recognized with the data length of a control packet whether transmission of all data packets was completed. It is transmitted that data transmission was ensured by telling the completion of data transmitting to a master station.

[0074] By the approach described above, radio can be performed as a junction terminal using the wireless terminal which moves about freely. This control is realizable by the simple processing by the middleware of each terminal, and the contents in a control packet.

[0075]

[Effect of the Invention] By using the packet routing approach of the ad hoc network of claim 1, between the terminals which cannot carry out direct communication on radio can be transmitted using a junction terminal. Since the burden of a MAC layer or a physical layer will be mitigated when the middleware especially equipped with a routing function realizes, a burden decreases as the whole network. Moreover, it can realize, without using specific application, a setup, etc.

[0076] Moreover, since according to claim 1 the 2nd signal which is equivalent to a control packet from a destination terminal is transmitted even if it is the case where a communication link becomes impossible between junction terminals during transmission of a data packet, the new communication link root is secured. Therefore, it is possible to be able to secure routing, even if all terminals are moving freely, and to deal with routing corresponding to dynamic topology.

[0077] Moreover, since routing is controlled by claim 1 with a destination terminal, a master station can be concentrated on transmitting processing of a data packet, and it becomes possible to transmit data to a destination terminal certainly by seeing a data length etc. Moreover, by using middleware and a control packet, complicated processing is not needed but these control can be realized.

[0078] Since according to claim 2 it stands by until it holds the transmitted control packet by middleware etc. and a junction terminal appears within limits which can be radiocommunicated when a junction terminal does not exist within limits which can be radiocommunicated in case the new communication link root is secured, also in the environment which moves out of range possible [radiocommunication], reservation of the communication link root is possible for a junction terminal.

[0079] According to claim 3, a control packet is transmitted whenever a junction terminal appears within limits which can be radiocommunicated. Moreover, since it will cancel if it judges that it is the same by the comparison with the control packet which held the identifier of a control terminal which received in the received junction terminal side before, and received, it becomes possible to prevent the futility and the

loop formation of network transmission.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the flow chart which shows the contents of control of the master station performed on each wireless terminal which carries out this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart which shows the contents of control of the junction terminal performed on each wireless terminal which carries out this invention, and a destination terminal.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the contents of control of the destination terminal performed on each wireless terminal which carries out this invention.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing the layout of each wireless terminal in the case of performing retrieval of the communication link root toward a destination terminal from a master station, and the example of the transfer path of a packet.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the layout of each wireless terminal in the case of performing retrieval of the communication link root toward a master station from a destination terminal, and the example of the transfer path of a packet.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the layout of each wireless terminal in the case of performing retrieval of the communication link root toward a master station from a destination terminal, and the example of the transfer path of a packet.

[Drawing 7] It is the map in which the configuration of the control packets P0, P2, and P3 is shown.

[Drawing 8] It is the map in which the example of the control packet P0 is shown.

[Drawing 9] It is the map in which the example of the control packets P2 and P3 is shown.

[Drawing 10] It is the flow chart which shows the outline of actuation of each wireless terminal of carrying out this invention.

[Description of Notations]

100 Wireless Terminal

P0, P2, P3 Control packet

P1 Notice packet

特開平11-239176

(43) 公開日 平成11年(1999) 8 月31日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F 1

H 0 4 L 12/56
12/28H 0 4 L 11/20
11/001 0 2 D
3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-38667

(22) 出願日 平成10年(1998) 2 月20日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番 2 号

(72) 発明者 宮城 利文

東京都新宿区西新宿三丁目19番 2 号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 飯塚 正孝

東京都新宿区西新宿三丁目19番 2 号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 高梨 斉

東京都新宿区西新宿三丁目19番 2 号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺

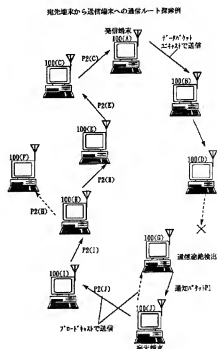
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アドホックネットワークのパケットルーティング方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明はアドホックネットワークのパケットルーティング方法において発信端末と宛先端末との間に固定された中継端末が多数存在しない場合であっても発信端末と宛先端末との通信を可能にすることを目的とする。

【解決手段】 中継端末が隣接無線端末との通信状態の悪化を検出すると、中継端末から宛先端末100(J)に対して第1の信号P1を送り、宛先端末100(J)は第1の信号を検出すると不特定の無線端末に対して第2の信号P2を送出し、中継端末は第2の信号P2を検出すると中継端末識別情報を付加して第2の信号P2を不特定の無線端末に送出し、発信端末100(A)は第2の信号P2を検出すると第2の信号P2に含まれる中継端末識別情報に基づいて通信ルートを認識すること特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データパケットの送信、受信及び中継の全ての機能をそれぞれが備える少なくとも 3 つの無線端末を利用し、データパケットの送信元となる無線端末、データパケットの送信先となる無線端末及びデータパケットを中継する無線端末をそれぞれ発信端末、宛先端末及び中継端末とし、前記発信端末と宛先端末との間で直接通信できない場合には、1 つ以上の前記中継端末を利用する通信ルートを特定し、特定された通信ルートを利用してデータパケットを転送するアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、

前記中継端末が特定された通信ルート上で隣接する無線端末との間の通信状態の悪化を検出した場合には、該中継端末から前記宛先端末に対して通信途絶を示す第 1 の信号を送り、

前記宛先端末が前記第 1 の信号を検出した場合には、利用する通信ルートを更新するために、前記宛先端末から不特定の前記無線端末に対して第 2 の信号を送出し、前記第 2 の信号を検出した無線端末が前記発信端末でない場合には、前記第 2 の信号を検出した無線端末は、該無線端末を特定する中継端末識別情報を付加して前記第 2 の信号を不特定の無線端末に対して送出し、

前記第 2 の信号を検出した無線端末が前記発信端末である場合には、該発信端末は、検出された第 2 の信号に含まれる前記中継端末識別情報に基づいて更新された通信ルートを認識し、更新された通信ルートの中継端末を介して宛先端末へのデータパケットの送信を継続することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末もしくは前記第 2 の信号を検出した無線端末は、所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出できない場合には、前記第 2 の信号を保持し、前記所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出したときに、保持された前記第 2 の信号を送出することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末は前記第 2 の信号を生成する度に個別のパケット識別子を第 2 の信号に付与し、前記第 2 の信号を検出した無線端末は、検出した第 2 の信号に付与された前記パケット識別子を記憶し、該無線端末は検出した第 2 の信号のパケット識別子が記憶されたパケット識別子と一致する場合に検出した第 2 の信号を破棄し、一致しなければ第 2 の信号を他の無線端末に送出することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末が前記宛先端末からの第 2 の信号を検出した場合には、前

記発信端末が、前記第 2 の信号を部分的に更新して、更新された第 2 の信号を検出された第 2 の信号に含まれる前記中継端末識別情報に対応する特定の無線端末を介して前記宛先端末まで返送することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末と前記宛先端末との間で転送される前記第 2 の信号の転送所要時間が最も短い通信ルートを優先的に利用することを特徴とするアドホックネットワークのパケットルーティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の無線端末同士が互いに通信を行うアドホックネットワークのパケットルーティング方法に関し、特にデータパケットの送信元である発信端末と送信先である宛先端末との間を中継する中継端末が移動可能な環境における通信ルートの決定制御に関する。

【0002】

【従来の技術】複数の無線端末同士が互いに通信を行うアドホックネットワークの従来技術としては、例えば特開平 8-97821 号公報の「無線データ通信方法及び装置ならびに無線データ通信システム」が公知である。

【0003】この種のアドホックネットワークにおいては、データパケットの送信元である発信端末と送信先である宛先端末とが距離などの関係で直接通信できない場合であっても、発信端末と宛先端末との間に存在する 1 つまたは複数の無線端末を利用できる場合には、それらの無線端末をデータの的中継を行う中継端末として利用することにより、発信端末から宛先端末へのデータ転送が行われる。

【0004】中継端末を利用する場合には、データパケットの送信を開始する前に、発信端末と宛先端末との間の利用可能な中継端末を検出して、利用できる通信ルートを探索する必要がある。特開平 8-97821 号公報においては、次のようにして通信ルートを探索する。すなわち、発信端末から不特定の無線端末に向かって、特定の信号フレームを同報送信（ブロードキャスト）する。前記信号フレームを検出した任意の無線端末は、それ自身が宛先端末でなければ、検出した信号フレームを不特定の無線端末に向かって送出する。

【0005】従って、中継端末を利用した同報送信が連鎖的に繰り返されるので、発信端末から送信された信号フレームが宛先端末まで届く。このときに信号フレームの中継に利用された無線端末を中継端末として利用するように、1 つの通信ルートが決定される。但し、この種の同報送信を実施する場合には、互いに通信可能な全ての無線端末同士の間で連鎖的に通信が発生するので、各無線端末において通信のトラフィックが大幅に増大する。

従って、トラヒックを低減するために、各中継端末における同報送信は1回だけに制限される。

【0006】直接通信不可能な発信端末と宛先端末との間で通信するためには、利用可能な通信ルートが実際に存在することが前提になる。従って、互いに隣接する無線端末同士との通信可能範囲が互いに重複し、しかも発信端末と宛先端末との間にとぎれなく中継可能な無線端末が配置されている必要がある。

【0007】例えば、発信端末と宛先端末との間に第1の中継端末と第2の中継端末とが存在する場合に、発信端末と第1の中継端末との通信可能範囲が重なり、第1の中継端末と第2の中継端末との通信可能範囲が重なり、第2の中継端末と宛先端末との通信可能範囲が重なる場合には、発信端末から送信されたデータを第1の中継端末と第2の中継端末とで中継することにより、宛先端末までデータを転送できる。

【0008】また、複数の通信ルートを選択可能な場合には、一部のの中継端末において通信不可能な状態や障害が発生した場合であっても、再び通信ルートの探索を実施するか、または予め定めた代替ルートを利用することにより、通信ルートを確保できる。上記のような装置においては、ルート検索のための信号フレームを記憶するメモリや、フレームに記述された情報をもとに処理を行う演算装置やプログラムされた論理素子もしくはプログラムが設けられる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来技術においては、通信ルート確保のために実施される信号フレームの同報送信は1回に制限されている。従って、1回だけが送信されない信号フレームを確実に中継するために、発信端末と宛先端末との間には、互いへの通信可能範囲が重なるように多数の中継端末を固定配置しなければならない。

【0010】もしも、特定の無線端末の移動によって発信端末と宛先端末との間を中継する中継端末が1つでも所定範囲からはずれると、発信端末と宛先端末との間でデータパケットの転送が不可能になる。また、従来技術では、送受信する信号フレームの制御処理を専用のプログラムやプログラムされた論理素子等で実施するので、専用の情報処理装置やアプリケーションを構築する必要があり既存の無線通信装置をそのまま用いることができない不具合があった。

【0011】本発明は、アドホックネットワークのパケットルーティング方法において、発信端末と宛先端末との間に実質上固定された中継端末が多数存在していない場合であっても、直接通信できない発信端末と宛先端末との間で通信を可能にすることを主な目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1のアドホックネットワークのパケットルーティング方法は、データパケ

ットの送信、受信及び中継の全ての機能をそれぞれが備える少なくとも3つの無線端末を利用し、データパケットの送信元となる無線端末、データパケットの送信先となる無線端末及びデータパケットを中継する無線端末をそれぞれ発信端末、宛先端末及び中継端末とし、前記発信端末と宛先端末との間で直接通信できない場合には、1つ以上の前記中継端末を利用する通信ルート特定し、特定された通信ルートを利用してデータパケットを転送するアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記中継端末が特定された通信ルート上で隣接する無線端末との間の通信状態の悪化を検出した場合には、該中継端末から前記宛先端末に対して通信途絶を示す第1の信号を送り、前記宛先端末が前記第1の信号を検出した場合には、利用する通信ルートを更新するために、前記宛先端末から不特定の前記無線端末に対して第2の信号を送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末でない場合には、前記第2の信号を検出した無線端末は、該無線端末を特定する中継端末識別情報を付加して前記第2の信号を不特定の無線端末に対して送出し、前記第2の信号を検出した無線端末が前記発信端末である場合には、該発信端末は、検出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に基づいて更新された通信ルートを認識し、更新された通信ルートの中継端末を介して宛先端末へのデータパケットの送信を継続することを特徴とする。

【0013】中継端末の移動などによって発信端末と宛先端末との間の通信ルートが途絶えると、それを検出した中継端末が宛先端末に対して第1の信号を例えば通知パケットとして送出する。この第1の信号に応答して、宛先端末から第2の信号が送出される。すなわち、宛先端末から発信端末に向かって通信ルートの探索が開始される。

【0014】第2の信号は宛先端末から不特定の無線端末に対して、すなわち同報で送出されるので、通信可能な範囲内に複数の無線端末が存在する場合には、複数の無線端末に第2の信号が届く。第2の信号を検出した無線端末が、該無線端末を特定する中継端末識別情報を送出する第2の信号に付加するので、発信端末に届く第2の信号には、その転送ルートを特定できる中継端末群の情報が含まれている。従って、利用できる通信ルートの情報が確保される。

【0015】通信ルートの探索を宛先端末から開始することにより、宛先端末に確実にパケットが到着するような中継ルートを確保できる。また、発信端末における処理の負荷が低減される。中継端末は、隣接する他の中継端末からの特有の電波の受信レベルなどを周期的に監視することにより、通信状態の悪化を検出できる。監視対象の無線端末は、発信端末から宛先端末への通信ルート上の直前の隣接する中継端末である。

【0016】受信レベルが所定のレベルを下回る場合に

は、無線通信可能範囲内に存在しないと判断できる。監視対象の無線端末の状況の中継端末上に記録しておき、最新の受信状態と記録とを比較することにより、通信状態の変化を識別できる。従来技術においては、無線通信可能範囲に中継する端末が配置されていることが前提になっているが、本発明では中継端末が自由に動き回ることが前提としている。すなわち、通信可能範囲内に常時中継端末が存在してなくても、本発明では通信が可能である。

【0017】上記各種制御は、各無線端末にミドルウェアとして搭載することにより実現可能である。本発明はミドルウェアとして実現するのが望ましい。ミドルウェアは、ハードウェアとアプリケーション・ソフトウェアとの中間に位置するソフトウェアであり、ISO（国際標準化機構）で定義されている通信プロトコルの階層モデルであるOSI参照モデルにおいて、データリンク層の上位に位置する。下位レイヤにおいて提供するサービスに応じて必要な機能を付加することなくサービスを実現可能とする。また、上位のアプリケーションにおいても、提供するサービスに応じた変更や修正をすることなく実現できる。

【0018】本発明をミドルウェアとして実現することにより、既存の無線端末を用いて動的トポロジーに対応した無線パケット通信が可能になる。本発明の制御や必要な情報の保持のために各無線端末にミドルウェアを導入することにより、特定のアプリケーションや無線通信装置に限らず発明を実施できる。また、宛先端末のミドルウェアによりルートの確保等の制御を行うことで、MACレイヤや物理レイヤなどのネットワーク全体に対する負担をより軽減した通信が可能になる。

【0019】請求項2は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末もしくは前記第2の信号を抽出した無線端末は、所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出できない場合には、前記第2の信号を保持し、前記所定の条件で通信可能な他の無線端末を検出したときに、保持された前記第2の信号を送出することの特徴とする。

【0020】従って、無線端末の移動などによって、発信端末と宛先端末との間に利用可能な通信ルートが存在しない場合には、第2の信号が何れかの中継端末もしくは宛先端末に保持され、利用可能な通信ルートが現れたときに、新たに通信ルート上に現れた中継端末に第2の信号が送信され、通信ルートの探索が継続される。このため、頻繁に移動する無線端末であっても、それを中継端末として利用することができる。この制御も、各無線端末に設けられる前述のミドルウェアで実現できる。

【0021】請求項3は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記宛先端末は前記第2の信号を生成する度に個別のパケット識別子を第2の信号に付与し、前記第2の信号を抽出

した無線端末は、抽出した第2の信号に付与された前記パケット識別子を記憶し、該無線端末は抽出した第2の信号のパケット識別子が記憶されたパケット識別子と一致する場合には抽出した第2の信号を破棄し、一致しなければ第2の信号を他の無線端末に送出することを特徴とする。

【0022】第2の信号の同報送信を連続的に繰り返す場合には、中継端末及び発信端末において、同一の第2の信号が何度も繰り返し抽出される可能性がある。複数の通信ルートが存在する場合には、それぞれの通信ルートにおける転送所要時間が互いに異なる。一般に、転送所要時間が短い通信ルートでは、中継数が少ないが、中継距離が短い、あるいは通信回線の品質が良い。従って、異なる経路を経由した同一の第2の信号が繰り返し抽出される場合には、最初に抽出された第2の信号が経由したルートを選択するのが好ましいと考えられる。

【0023】既に抽出した第2の信号を破棄することにより、通信トラフィックの増大を抑制できる。請求項4は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末が前記宛先端末からの第2の信号を抽出した場合には、前記発信端末が、前記第2の信号を部分的に更新して、更新された第2の信号を、抽出された第2の信号に含まれる前記中継端末識別情報に対応する特定の無線端末を介して、前記宛先端末まで返送することとを特徴とする。

【0024】例えば、宛先端末から発信端末に送られた第2の信号の中継に利用した無線端末が移動している場合には、第2の信号が転送された通信ルートが、時間の経過により利用できなくなる可能性がある。発信端末に転送された第2の信号を宛先端末に返送することにより、抽出された通信ルートが少なくとも2回連続的に利用できるかを識別できる。発信端末が第2の信号を更新するので、宛先端末は第2の信号が発信端末に届いたことを確認できる。

【0025】発信端末が宛先端末に第2の信号を返送するときには、第2の信号に含まれる中継端末識別情報に対応する特定の無線端末に、すなわちユニキャストで送信を実施するので、それによって発生するトラフィックは最小限である。請求項5は、請求項1記載のアドホックネットワークのパケットルーティング方法において、前記発信端末と前記宛先端末との間で転送される前記第2の信号の転送所要時間が最も短い通信ルートを優先的に利用することとを特徴とする。

【0026】一般に、転送所要時間が短い通信ルートでは、中継数が少ないが、中継距離が短い、あるいは通信回線の品質が良い。従って、異なる経路を経由した同一の第2の信号が繰り返し抽出される場合には、最初に抽出された第2の信号が経由したルートを選択するのが好ましいと考えられる。本発明をミドルウェアで実現することにより、既存の装置やアプリケーションをそのま

ま用いることができる。さらに、MACレイヤや物理レイヤでの処理を少なくすることで、ネットワーク全体の制御やルーティングの管理の負荷が軽減される。

【0027】本発明では、利用可能な通信ルートが全く存在しない場合であっても、中継端末が無線通信可能な範囲に入るのを待つことで通信が可能になる。従って、本発明は直接通信できない端末間における中継端末が自由に動き回る動的トポロジーに対応した通信を実現できる。ミドルウェアを用いることにより、本発明はアプリケーションや設定などを変更することなく既存の無線通信システムで利用することが可能であり、ルーティング機能を備えたミドルウェアを導入し下位のレイヤであるMACレイヤや物理レイヤの負担を軽減することができるので、無線ネットワーク環境の全体の負担の軽減の効果が得られる。

【0028】また、本発明では端末が自由に動き回っていても確実なデータ送信が可能である。さらに、発信端末ではなく宛先端末のミドルウェアがルーティング制御を行うことで、発信端末の負担軽減の効果が得られる。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の1つの実施の形態を図1～図10に示す。この形態は、全ての請求項に対応する。

【0030】図1は本発明を実施する各無線端末上で実行される発信端末の制御の内容を示すフローチャートである。図2は本発明を実施する各無線端末上で実行される中継端末及び宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。図3は本発明を実施する各無線端末上で実行される宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【0031】図4は発信端末から宛先端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。図5及び図6は宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。図7は制御パケットP0、P2、P3の構成を示すマップである。図8は制御パケットP0の具体例を示すマップである。図9は制御パケットP2、P3の具体例を示すマップである。図10は本発明を実施する各無線端末の動作の概要を示すフローチャートである。

【0032】この形態においては、請求項1の無線端末、第1の信号、第2の信号及び中継端末識別情報は、それぞれ無線端末100、通知/パケットP1、制御パケットP2及び中継端末識別子群IDRとして具体化されている。この例では、複数存在する無線端末100を利用するので、これらを区別する必要がある場合には、各無線端末100の符号にそれぞれの識別記号を括弧と共に付加して記述する。同様に、それぞれの無線端末100から発信される無線パケットを区別する必要がある場

合には、無線パケットの符号にそれを発信した無線端末100の識別符号を括弧と共に付加して記述する。

【0033】この形態では、無線端末100(A)及び100(J)が、それぞれ請求項1の発信端末及び宛先端末として割り当てられている。請求項1の中継端末は状況に応じて変更される。この形態で使用する複数の無線端末100(A)～100(J)は、それぞれがデータを発信する発信端末、データを受け取る宛先端末及びデータを中継する中継端末としての機能を全て備えている。

【0034】無線端末100のハードウェア構成については、一般的な無線パケット端末装置と基本的に同一である。すなわち、アンテナ、送信機、受信機、データ処理回路、表示器、入力装置、記憶装置、デジタル制御ユニットなどが無線端末100に内蔵されている。各々の無線端末100は、発信端末、宛先端末及び中継端末の全ての機能を実現するために、図1に示す処理、図2に示す処理及び図3に示す処理の全てを並列的に実行する。

【0035】この形態においては、図1、図2及び図3に示す処理は全て前述のミドルウェアとして実現されている。各々の無線端末100の通信可能範囲があまり広くない場合には、例えば図4において発信端末である無線端末100(A)から宛先端末である無線端末100(J)に対して直接にはデータを転送できないことが想定される。

【0036】しかし、無線端末100(A)及び100(J)の間に存在する他の無線端末100(B)、100(D)、100(G)を中継端末として利用することにより、無線端末100(A)から無線端末100(J)までデータを転送可能になる。中継端末を用いてデータ通信を行う場合には、利用する中継端末と中継順序を特定できるように、発信端末から宛先端末までの通信ルートの探索を実施してルートを確保する必要がある。

【0037】各無線端末100は、その周囲に存在する他の無線端末100からの電波を監視して、電波の受信レベルを予め定めた閾値と比較することにより、監視対象の無線端末100が通信可能範囲内に存在するか否かを識別する。発信端末である無線端末100(A)は、宛先端末である無線端末100(J)と直接通信できないことを認識すると、図1のステップ12から14に進むので、ステップ11で作成した制御パケットP0を不特定の無線端末100に対して同報送信（ブロードキャスト）する。

【0038】図4の例では、無線端末100(A)から発信される制御パケットP0(A)が、無線端末100(B)及び100(C)に届く。制御パケットP0は、図7に示すように制御パケット識別子IDP、作成端末フラグF01、発信端末識別子IDS、宛先端末識別子IDD、中継端末識別子群IDR及びデータ長LDPで構成される。

【0039】制御パケット識別子IDPは、各制御パケットP0、P2、P3を区別するための情報である。作成端末フラグF01は、各制御パケットP0、P2、P3を作成した無線端末100が発信端末と宛先端末の何れかを示す二値情報である。発信端末識別子IDSは、発信端末を特定するための情報である。宛先端末識別子IDDは宛先端末を特定するための情報である。中継端末識別子IDRは、中継に利用する1つ又は複数の無線端末100を特定するための情報である。データ長LDPは、送信データの長さを示す情報である。

【0040】無線端末100(A)から発信される制御パケットP0(A)については、図8に示すように中継端末識別子群IDRに中継端末の情報が入っていないので、中継端末が未特定であることが分かる。従って、制御パケットP0(A)を受信した無線端末100(B)は、図2に示すステップ36から38に進み、制御パケットP0(B)を不特定の無線端末100に対して送信する。

【0041】無線端末100(B)が送信する制御パケットP0(B)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すように無線端末100(B)の識別符号「B」が付加される。この処理は、図2のステップ31で実施される。無線端末100(B)が送信する制御パケットP0(B)は、図4の例では無線端末100(D)で受信される。制御パケットP0(B)の中継端末識別子群IDRには次の中継端末が示されていないので、制御パケットP0(B)を受信した無線端末100(D)は、図2に示すステップ36から38に進み、制御パケットP0(D)を不特定の無線端末100に対して送信する。

【0042】無線端末100(D)が送信する制御パケットP0(D)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すように無線端末100(D)の識別符号「D」が付加される。この処理は、図2のステップ31で実施される。上記のような処理が連鎖的に繰り返されるので、図4に示すように、宛先端末である無線端末100(J)に制御パケットP0(G)が届く。この制御パケットP0(G)の中継端末識別子群IDRには、図8に示すようにそれまでに中継を実施した無線端末100の識別符号「B、D、G」が含まれている。

【0043】従って、制御パケットP0(G)の中継端末識別子群IDRの内容から、利用可能な通信ルート特定できる。この中継端末識別子群IDRを含む制御パケットP0が、宛先端末である無線端末100(J)から発信端末である無線端末100(A)に返送される。宛先端末から発信端末への制御パケットP0の返送は、図3のステップ55で実施される。この場合、中継端末識別子群IDRによって返送の通信に利用できる中継端末を知ることができるので、宛先端末は特定の無線端末100のみ制御パケットP0を送信する。つまり、返送はユニキャスト通信で行われる。

【0044】発信端末である無線端末100(A)が返送

された制御パケットP0を受信すると、無線端末100(A)は、中継端末識別子群IDRに示された通信ルートを利用して、図5に示すようにデータパケットの送信を開始する。一方、中継端末である無線端末100(B)、100(D)、100(G)は、図2に示すステップ32において、中継端末識別子群IDRの内容から、自局に隣接する中継端末を特定し、それを記憶する。

【0045】また、中継端末である各無線端末100は、ステップ39で隣接する中継端末からの電波を監視する。そして、例えば電波の受信レベルが予め定めたレベルを下回ると、通信不可として検出する。図5においては、中継端末である無線端末100(G)の移動によって、無線端末100(D)と無線端末100(G)との距離が長くなり、両者の通信可能範囲が重ならなくなった状態を想定している。

【0046】図5に示す状態において、中継端末である無線端末100(G)は、隣接する中継端末である無線端末100(D)との通信が不可能になったことを検知する。このため、無線端末100(G)は、図2のステップ40から41に進む。従って、通知パケットP1が無線端末100(G)から宛先端末である無線端末100(J)に向かって送信される。

【0047】なお、図5の例では通知パケットP1が無線端末100(G)から宛先端末である無線端末100(J)に直接送信されるが、例えば無線端末100(B)と無線端末100(D)との間で通信が途絶すると、通知パケットP1は、無線端末100(D)から無線端末100(G)を介して宛先端末である無線端末100(J)に送信される。宛先端末である無線端末100(J)は、通知パケットP1を受信すると、それまで使用していた通信ルートにおいて通信が途絶したことを認識する。そして、図3のステップ56から57に進む。

【0048】この場合、それまでの通信ルートとは別の通信ルートを確保する必要があるので、宛先端末である無線端末100(J)は、それ自身が作成した制御パケットP2を不特定の無線端末100に対して同報送信する。図5の例では、制御パケットP2(J)が無線端末100(G)、無線端末100(D)に送信される。制御パケットP2(J)は、宛先端末により作成されたので、図9に示すように作成端末フラグF01が「1」にセットされる。通信ルートが未確定なので、制御パケットP2(J)の中継端末識別子群IDRの内容はクリアである。データ長LDPには、それまでに宛先端末である無線端末100(J)に届いた受信データ長（この例では「550」）がセットされる。

【0049】制御パケットP2(J)を受信した無線端末100(I)は、制御パケットP2(J)の中継端末識別子群IDRの内容から、通信ルートが未確定であることを認識する。従って、図2のステップ36から38に進む。ステップ38の実行により、制御パケットP2(I)が無

線端末100(I)から不特定の無線端末100(J)に向かって同報送信される。

【0050】制御パケットP2(I)の中継端末識別子群IDRには、図9に示すように無線端末100(I)を特定する情報「I」が追加される。この追加は、無線端末100(I)が実行する図2のステップ31で行われる。上記制御パケットP2の同報送信は連続的に繰り返される。図5に示す例では、制御パケットP2が無線端末100(I)、無線端末100(H)、無線端末100(E)、無線端末100(C)の順に中継されるので、発信端末である無線端末100(A)まで届く。

【0051】制御パケットP2の中継端末識別子群IDRには、それが中継される度に、中継した無線端末100を特定する情報が追加される。従って、発信端末である無線端末100(A)が受け取る制御パケットP2(C)には、図8に示すように中継した全ての無線端末100を示す「C、E、H、I」が含まれる。従って、発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP2(C)の中継端末識別子群IDRの内容から、新しい通信ルートを認識できる。発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP2(C)を受け取った後、通信ルートを確定するために、制御パケットP3を送信する。

【0052】すなわち、制御パケットP2(C)の作成端末フラグF01が「1」であるため、発信端末である無線端末100(A)は、宛先端末が新しい通信ルートを探していることを認識し、図1のステップ17から19に進む。ステップ19で制御パケットP3(A)が作成される。制御パケットP3(A)は発信端末である無線端末100(A)によって作成されるので、作成端末フラグF01は「0」にクリアされる。制御パケットP3(A)の中継端末識別子群IDRの内容は、制御パケットP2(C)と同一である。

【0053】また、制御パケットP2(C)のデータ長LDPにより、宛先端末へ「550」の長さのデータ転送が完了しているのを、転送すべき「1000」の長さのデータの残りの長さ「450」が、制御パケットP3(A)のデータ長LDPにセットされる。制御パケットP3の送信は、ユニキャストで実施される。すなわち、送信すべき相手を示す中継端末が、制御パケットP3の中継端末識別子群IDRによって特定されているので、発信端末及び制御パケットP3を受信した中継端末は、中継端末識別子群IDRに示された特定の無線端末100のみに対して、制御パケットP3を送信する。

【0054】図6に示す例では、無線端末100(C)、無線端末100(E)、無線端末100(H)、無線端末100(I)、無線端末100(J)の順に制御パケットP3が中継され、宛先端末である無線端末100(J)まで制御パケットP3が届く。通信ルートが確定すると、発信端末である無線端末100(A)は、制御パケットP3の中継端末識別子群IDRの内容で定まる次の無線端末100

に対してデータパケットを送信する。このデータパケットは、中継端末識別子群IDRの内容に示された中継端末群を介して、宛先端末である無線端末100(J)まで届く。

【0055】ところで、例えば図5に示す状態において、無線端末100(H)が無線端末100(I)の通信可能範囲を外れた位置に移動すると、無線端末100(I)から先の通信ルートが途絶えるので、新しい通信ルートが確保できない。上記の場合、無線端末100(I)は、図2のステップ33で他の無線端末100との通信が不可能であると認識するので、ステップ35を介してステップ34に進む。無線端末100(I)は、ステップ34で送信すべき制御パケットP2を保持して待機する。

【0056】時間の経過に伴って、無線端末100(I)の通信可能範囲内に他の無線端末100が現れると、ステップ35から36を介してステップ38に進むので、現れた無線端末100に対して無線端末100(I)から制御パケットP2が送信される。従って、一時的に通信ルートが確保できない環境であっても、時間の経過に伴って複数の無線端末100の位置関係が変化すると、利用できる無線端末100が中継端末として選択されるので、通信ルートが確保される。

【0057】また、利用可能な通信ルートが複数存在する場合には、制御パケットP2の転送所要時間の短い通信ルートが優先的に選択され利用される。各無線端末100は、制御パケットP2を受信すると、その制御パケット識別子IDPを記憶する。図2のステップ42では、各無線端末100は記憶された（以前受信した）制御パケット識別子IDPと、受信した制御パケットの制御パケット識別子IDPとを比較する。

【0058】比較結果が一致する場合には、ステップ42から43に進む。ステップ43では、受信した制御パケットを破棄する。つまり、制御パケット識別子IDPが同一の制御パケットを重複して受信した場合には、先に受信した制御パケットP2だけを受け取り、後で受信した制御パケットは不要とみなして破棄する。本発明を実施する場合の動作について、以下に説明を補足する。動作の概要は図10に示されている。

【0059】上記のルート確保処理において、宛先端末に制御パケットP2が届きルートが確保されたことが発信端末に伝えられる。この形態では、確保したルートの中継端末のミドルウェアにルートが確保されたことが伝わるので、どの中継端末から自信の端末にデータが送信されるかを認識することが可能である。この形態では、すべての無線端末が自由に動き回ることが可能であり、特定の無線通信可能範囲内に固定する必要がない。そのため、データパケットの送信時に無線通信可能範囲内に中継端末が存在しなくなり、データパケットの送信が不可能になる場合もある。

【0060】データパケットの転送をするときには、送

信端末と受信端末との間で対一にユニキャスト通信が実施される。通信ルート上に存在する各無線端末 100 のミドルウェアは、ルート上の直前の中継端末を認識している。その中継端末が無線通信可能範囲内に存在しているか否か認識できる。認識の際には、例えば電波の受信レベルを所定の閾値と比較することにより、中継端末が無線通信可能範囲内に存在するかどうかを判断する。

【0061】もしも、無線通信可能範囲内にルート上の直前の中継端末が存在していないと無線で通信を行うことができない、つまり、データパケットを送信することができないと判断することができる。このことを認識したミドルウェアは、宛先端末にデータパケットが送信不可能であることを通知パケット P1 で伝える。もちろん、この情報はあらかじめ確保されたルートをユニキャストで転送され、宛先端末に到着することになる。宛先端末では、中継端末間で通信不可能であることを認識すると、次のルートの確保のために再び発信端末に向けて制御パケット P2 を送信する。

【0062】発信端末に送信される制御パケット P2 については、フラグ F01 が宛先端末が生成した制御パケットであることをわかるようにセットされ、データ長 LDP がすでに送信されたデータ長に更新される。この制御パケットにより、発信端末は宛先端末に届いたデータ長を知ることが可能となる。

【0063】新たな通信ルートを確保するために制御パケット P2 を送信する場合には、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しない場合も考えられる。宛先端末から送信されてきた制御パケット P2 は、ミドルウェアにより保持されている。従って、無線通信可能範囲内に中継端末が現れるのを待ち、現れたときに保持していた制御パケット P2 を送信することで、再びルートの確保を行うことが可能となる。また、発信端末によるデータ送信前のルート確保の際の制御パケット P0 の送信時にも、同様の方法を用いることができる。従って、データ送信前に中継端末が自由に動き回っていても、ルートを確保することが可能である。

【0064】制御パケット P2 の保持などにより無事に発信端末に制御パケット P2 が送信されると、発信端末のミドルウェアはフラグ F01 をみて、宛先端末が生成した制御パケットであることを認識すると宛先端末に再び制御パケット P3 を送信する。この際の制御パケット P3 の内容は、制御パケット P2 と同様であるが、すでに宛先端末に届いたデータ長が送信されてきた制御パケット P2 からわかるので、データ長 LDP を記述する箇所を残りのデータ長に更新し、フラグ F01 を発信端末が生成した制御パケット P3 であることを示す値「1」にする。

【0065】このフラグ F01 により、データ送信時に中継端末間で通信が不可能になったことがわかるので、再び発信端末は制御パケット P3 を送信しルートを確保

する必要があることがわかる。発信端末から送信された制御パケット P3 が再び宛先端末まで転送されると、宛先端末は、ユニキャストにより再び発信端末に向け制御パケットを送信しルートを確保されたことを伝える。フラグ F01 により発信端末が生成した制御パケットであることがわかるので、残りのデータの送信を始める。

【0066】発信端末に制御パケットが送信された際にルートを確保せず、再び宛先端末に送信するのは、宛先端末から制御パケット P2 を送信するときに、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しないと、中継端末が現れるのを待つ間、制御パケットを発信端末に送信してきた中継端末が移動して範囲内に存在しなくなる可能性があるためである。

【0067】再び発信端末から制御パケット P3 を送信すると、ルートが完全に確保されていないことを認識できる。宛先端末において発信端末から最も早く届いた制御パケットを中継してきた通信ルートは、最も転送遅延の少ない通信ルートであり、この通信ルートを選択することで常に良好な通信状態でデータパケットの転送が可能になる。

【0068】宛先端末から送信された制御パケット P3 を再び発信端末からユニキャストにより送信中にいる間に、中継端末の移動により中継が不可能になったとしても、上記のルート確保の制御方法により、宛先端末からルートを確保するための制御パケットを送信することで対処することが可能である。新たなルート確保のための無線通信可能範囲内の中継端末への制御パケットの送信（図 10 のステップ 124）と、無線通信可能範囲内に現れた中継端末への制御パケットの送信（図 10 のステップ 125）では、無線通信可能範囲内に中継端末が現れる度に制御パケットを送信する。以前に制御パケットを受信している中継端末は、あらかじめミドルウェアにより制御パケットの識別子を保持している。そして、送信された制御パケットの識別子と保持している識別子とが同じであると認識すると、受信した制御パケットを破棄する（ステップ 128）。これにより、ネットワークにおける無駄とループを防ぐことが可能となる。

【0069】宛先端末や各々のミドルウェアは、上記処理を常時繰り返し実行することで実現される。以下に各々のミドルウェアが行う処理を挙げる。発信端末においては、ミドルウェアはデータの送信の要求を受けると、データ長と発信端末・宛先端末の識別子を付加して送信するように、下位のレイヤに要求する。

【0070】宛先端末から送信されてきた制御パケットが、発信端末が生成したとフラグ F01 によりわかると、中継端末識別子群 LDR の内容に基づいて、ユニキャストによりデータを送信するようにミドルウェアは要求する。フラグ F01 により宛先端末が生成した制御パケットであるとミドルウェアが認識すると、フラグ F01 を発信端末が生成した値に置き換え再び宛先端末に制御パ

ケットを送信する。

【0071】中継端末においては、制御パケットが送信されてくると制御パケットに自身の中継端末の識別子を付加して送信する。この際にミドルウェアはルート上の直前の中継端末識別子を保持する。この情報に対応するルート上の直前の中継端末が、無線通信可能範囲内に存在するか否かを各中継端末は監視する。範囲内に中継端末が存在しないことがわかると、通信が不可能になったことを示す通知パケットP1を、中継端末識別子群IDRの内容に応じたルートで、宛先端末に伝える。

【0072】宛先端末では、ミドルウェアは発信端末から送信されてきた制御パケットP0の内容にすでに送信されたデータ長LDPを記述して発信端末に送信する（データ送信開始前のLDPの値は0）。中継端末から無線通信可能範囲内に端末が存在せず通信不可能になったことが通知パケットP1により伝えられると、宛先端末は、制御パケットP2をブロードキャストで送信する。この制御パケットP2のデータ長LDPにはすでに受け取ったデータ長がセットされ、フラグF01には宛先端末がパケットを作成したことを示す値「1」セットされる。

【0073】フラグF01が発信端末で作成した値「0」である場合には、制御パケットの中継端末識別子群IDRの内容に従って、ユニキャストでデータパケットの送信を行う。全てのデータパケットの送信が完了したか否かは、制御パケットのデータ長により認識することが可能である。データ送信完了を発信端末に伝えることで確実にデータ送信が行われたことが伝わる。

【0074】以上述べた方法により、自由に動き回る無線端末を中継端末として利用して無線通信を行うことができる。この制御は、各端末のミドルウェアと制御パケット中の内容による単純な処理で実現できる。

【0075】

【発明の効果】請求項1のアドホックネットワークのバケットルーティング方法を用いることにより、無線で直接通信できない端末間を、中継端末を用いて送信することができる。特に、ルーティング機能を備えるミドルウェアにより実現する場合には、MACレイヤや物理レイヤの負担を軽減することになるので、ネットワーク全体として負担が少なくなる。また、特定のアプリケーションや設定などを用いることなく実現できる。

【0076】また、請求項1によれば、データパケットの送信中に中継端末間で通信ができなくなった場合であっても、宛先端末から制御パケットに相当する第2の信号が送信されるので、新しい通信ルートが確保される。従って、全ての端末が自由に動いてもルーティングを確保でき、動的トポロジーに対応したルーティングに対応することが可能である。

【0077】また、請求項1では宛先端末によりルーテ

ィングの制御を行うので発信端末はデータパケットの送信処理に集中することができ、データ長などを見ることで確実に宛先端末にデータを送信することが可能となる。また、これらの制御はミドルウェアと制御パケットを用いることで複雑な処理を必要とせず実現することが可能である。

【0078】請求項2によれば、新しい通信ルートを確保する際に、無線通信可能範囲内に中継端末が存在しない場合、送信されてきた制御パケットをミドルウェア等によって保持し、無線通信可能範囲内に中継端末が現れるまで待機するので、中継端末が無線通信可能範囲外に移動する環境においても、通信ルートの確保が可能である。

【0079】請求項3によれば、無線通信可能範囲内に中継端末が現れる度に制御パケットが送信される。また、受信した中継端末側では以前に受信した制御パケットの識別子を保持し受信した制御パケットとの比較により同じであると判断すると破棄するので、ネットワーク送信の無駄やループを防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施する各無線端末上で実行される発信端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図2】本発明を実施する各無線端末上で実行される中継端末及び宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図3】本発明を実施する各無線端末上で実行される宛先端末の制御の内容を示すフローチャートである。

【図4】発信端末から宛先端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図5】宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図6】宛先端末から発信端末へ向かって通信ルートの探索を実行する場合の各無線端末のレイアウトとパケットの転送経路の例を示す模式図である。

【図7】制御パケットP0、P2、P3の構成を示すマップである。

【図8】制御パケットP0の具体例を示すマップである。

【図9】制御パケットP2、P3の具体例を示すマップである。

【図10】本発明を実施する各無線端末の動作の概要を示すフローチャートである。

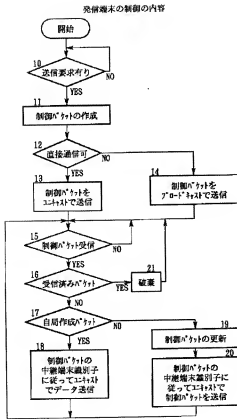
【符号の説明】

100 無線端末

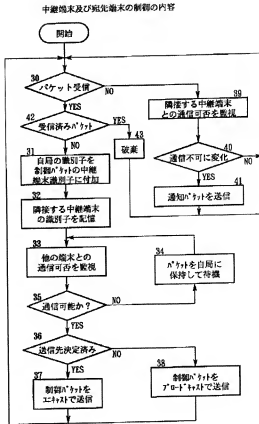
P0、P2、P3 制御パケット

P1 通知パケット

【図 1】



【図 2】



【図 7】

制御パケット P0、P2、P3 の構成

制御パケット識別子: I D P
作成端末フラグ: F 0 1
発信端末識別子: I D S
宛先端末識別子: I D D
中継端末識別子群: I D R
データ長: L D P

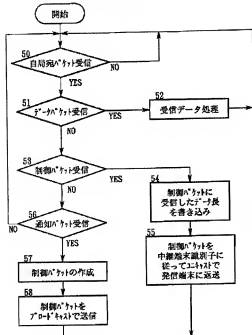
【図 8】

発信端末からのルート探索の場合の制御パケット P 0 の具体例

	IDP	F01	IDS	IDD	IDR	LDP
P0(A)	0001	0	A	J		1000
P0(B)	0001	0	A	J	B	1000
P0(D)	0001	0	A	J	B, D	1000
P0(G)	0001	0	A	J	B, B, G	1000

【図 3】

宛先端末の制御の内容



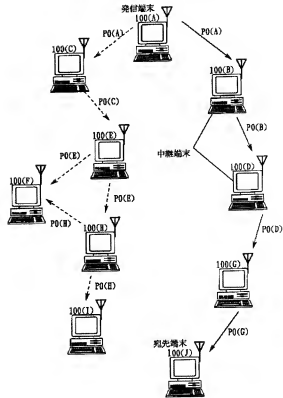
【図 9】

 宛先端末からのルート探索の組合
 の制御パケット P2、P3 の具体例

	IDP	P01	ID5	ID0	IDR	LDP
P2(J)	0002	1	A	J		550
P2(I)	0002	1	A	J	I	550
P2(H)	0002	1	A	J	H, I	550
P2(E)	0002	1	A	J	E, H, I	550
P2(C)	0002	1	A	J	C, E, H, I	550
P3(A)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(C)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(E)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(H)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450
P3(J)	0003	0	A	J	C, E, H, I	450

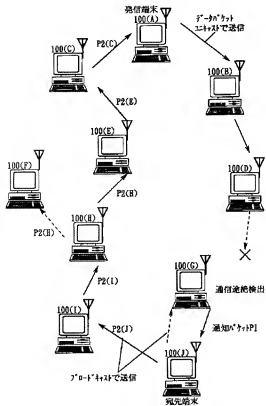
【図 4】

発信端末から宛先端末への通信ルート探索例



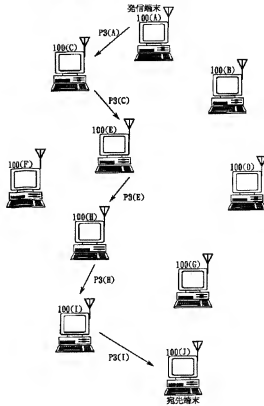
【図 5】

宛先端末から送信端末への通信ルート探索例



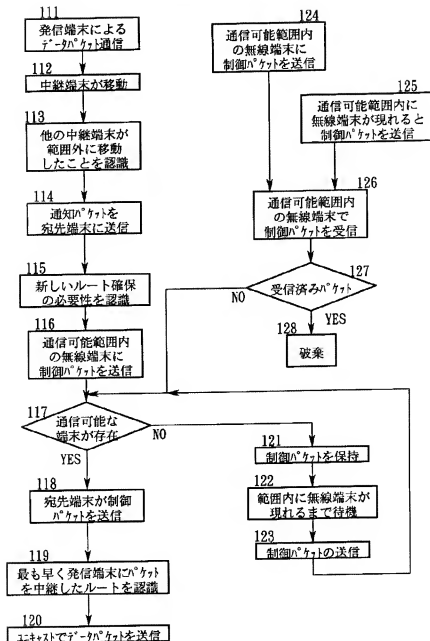
【図 6】

宛先端末から送信端末への通信ルート探索例



【図10】

各無線端末の動作の概要



フロントページの続き

(72)発明者 守倉 正博
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
 電信電話株式会社内